

В.С. Гусарев, канд. техн. наук, Одесса, Украина

ГПС И ПОТОК ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Гнучкі виробничі системи (ГВС) відносяться до автоматичних комплексів, які складаються з верстатів з ЧПУ, промислових роботів і магазинів-накопичувачів для зберігання і частково або повністю оброблених продуктів. Визначається час перебування у черзі до обробки деталей, що залежить від їх порядку у черзі.

Ключові слова: гнучкі виробничі системи, групова обробка

Гибкие производственные системы (ГПС) это автоматические комплексы, состоящие из ЧПУ станков, промышленных роботов и магазинов накопителей для хранения заготовок и частично или полностью переработанные деталей. Определяется время пребывания деталей в очереди на обработку, зависящее от порядка их в очереди.

Ключевые слова: гибкие производственные системы, групповая обработка

Flexible production systems (FPS) refers to the automatic complexes which consist of CNC machine tools, industrial robots and shops-drives for storing workpieces and partially or completely processed products. Is determined by the residence time for processing parts, depending on their order in a queue.

Keywords: flexible production systems, group production

Гибкими производственными системами «ГПС» называются автоматические комплексы, которые состоят из станков с ЧПУ, промышленных роботов и магазинов-накопителей для хранения заготовок и обработанных частично или полностью изделий. ГПС допускают возможность беспереналадочного выпуска большой номенклатуры деталей. Обеспечение перечисленных свойств и возможностей ГПС создает групповая технология, которая предусматривает максимальную загрузку станков за счет высокой концентрации операций на автоматизированных станках при одновременном сокращении их количества. Суть групповой обработки (по проф. С.П. Митрофанову) заключается в следующем: «... различные детали комплектуются в группу по совпадающим элементам-поверхностям, обработка которых требует одинаковых технологических операций, необходимых для их изготовления. В группе выделяется характерная для неё деталь, называемая комплексной, которая является наиболее сложной при изготовлении в данной группе. В случае, когда такая деталь отсутствует в группе, искусственно создают комплексную деталь, содержащую все основные элементы данной группы деталей».

Например, если их число будет n , из возможных N конструктивных элементов детали, т.е. $N > n$, тогда можно определить коэффициент «гибкости первого рода» $k(N) = n/N$, его пределы $1/N < k(N) < 1$.

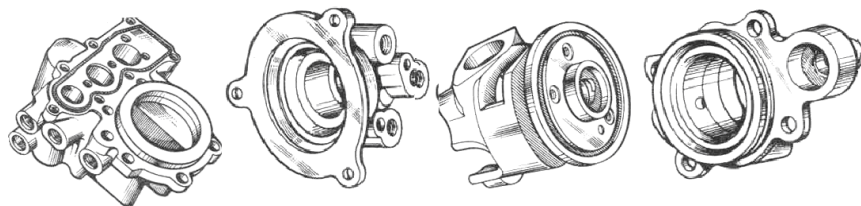


Рисунок 1 – Группа обрабатываемых деталей

Использование общих принципов групповой обработки в ГПС приводит к появлению структурного программирования и планирования запуска деталей на обработку. Существует мнение, что широкое разнообразие деталей может поступать на обработку в систему в произвольном порядке.

Рассмотрим случай обработки серии ТО с различной сложностью в операционных действиях. Детали серии имеют разное время обработки, т. е. обладают разной «станкоемкостью» в силу их сложности.

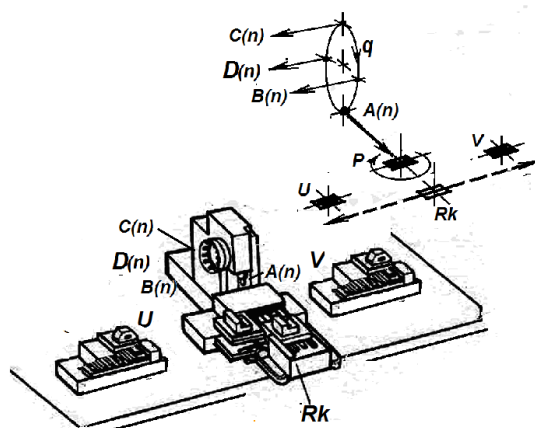


Рисунок 2 – Обрабатывающий центр – элемент ГПС

Пример, на обработку поступают детали разной сложности (станкоемкости): $t(1) = 100$, $t(2) = 50$, $t(3) = 20$, $t(4) = 10$.

Возникает вопрос: - в каком порядке производить запуск деталей на обработку? Этот вопрос не из теории массового обслуживания, потому что нет случайного потока деталей на обслуживание (обработку) детали станком. Он здесь планируется. Время обслуживания здесь величина не случайная, а известная и детерминированная. К тому же вопрос о порядке запуска вроде ни к чему, ведь ГПС так или иначе будет загружена $\Sigma T = 180$ единиц времени (ев). Среднее время выпуска одной детали $T(i) = \Sigma T / n = 180 / 4 = 45$ ев.

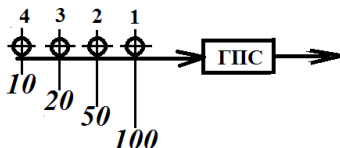


Рисунок 3 – «Прямой» порядок очереди ТО на обслуживание в ГПС

Однако, если учесть время, которое детали находятся в очереди на обработку (обслуживание) ГПС, то картина меняется. Общее время

$$T(i) = (t_m + t_o),$$

где t_m – время обработки, t_o – время ожидания.

Первая деталь обрабатывается без ожидания в очереди $T(1) = (t_m + t_o)$, при $t_o = 0$, $T(1) = (t_m) = 100$.

Вторая – $T(2) = (t_m + t_o) = (50 + 100) = 150$.

Третья – $T(3) = (t_m + t_o) = (20 + 50 + 100) = 170$.

Четвертая – $T(4) = (t_m + t_o) = (10 + 20 + 50 + 100) = 180$.

Суммарное время прохождения серии деталей через систему $\Sigma T(n) = 600$.

Среднее время детали $\Sigma T(i)/n = 600/4 = 150$ ед.

Если построить детали в очередь в обратном порядке.

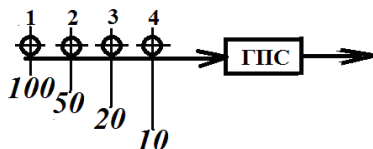


Рисунок 4 – «Обратный» порядок ТО в очереди на обслуживание ГПС

Четвертая деталь идет на обработку первой $T(4) = (t_m + t_o) = 10$, т.к. $t_o = 0$.

Третья – второй $T(3) = (t_m + t_o) = (20 + 10) = 30$.

Вторая – третьей $T(2) = (t_m + t_o) = (50 + 20 + 10) = 80$.

Первая – четвертой $T(1) = (t_m + t_o) = (100 + 50 + 20 + 10) = 180$.

Суммарное время прохождения серии деталей через систему $\Sigma T(n) = 300$.

Среднее время детали $\Sigma T(i)/n = 300/4 = 75$ ед.

Следующая – с произвольным порядком объектов в очереди.

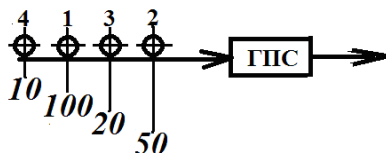


Рисунок 5 – «Произвольный» порядок ТО в очереди на обслуживание в ГПС

Вторая деталь идет на обработку первой $T(2) = (t_m + t_o) = 50$, т.к. $t_o = 0$.

Третья – второй $T(3) = (t_m + t_o) = (20 + 50) = 70$.

Первая – третьей $T(1) = (t_m + t_o) = (100 + 20 + 50) = 170$.

Четвертая – четвертой $T(4) = (t_m + t_o) = (10 + 100 + 20 + 50) = 180$.

Суммарное время прохождения серии деталей через систему $\Sigma T(n) = 470$.

Среднее время прохождения детали $\Sigma T(i)/n = 470/4 = 117,5$ ед.

Рассмотрим следующий производственный случай. Весь комплект деталей из серии поступает на обработку в контейнере (таре) целиком, а не поштучно, как было в рассмотренных выше случаях. Процесс выполняется следующим образом. Из контейнера берется деталь, обрабатывается, после чего возвращается обратно в контейнер. Затем по той же схеме обрабатывается следующая деталь и т.д. Так будет продолжаться до тех пор, пока не будет обработана вся серия деталей, и все детали поступят в контейнер. После чего контейнер с обработанными деталями заменяется на новый с заготовками. По такой схеме обрабатывают малогабаритные детали, которые удобно в контейнере перемещать от станка к станку. В этом случае детали находятся в ожидании и перед обработкой и после нее до тех пор, пока не будут обработаны все детали серии и помещены в контейнер для дальнейшего транспортирования.

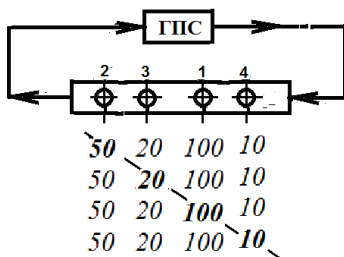


Рисунок 6 – «Произвольный» порядок ТО в очереди на обслуживание ГПС при помещении деталей и транспортировании в контейнере

На рис. 6 представлена таблица, в которой в единицах времени (ед) рассмотрен, именно, приведенный случай обработки деталей. Ее левая часть, от главной диагонали – время ожидания перед обработкой, а правая часть, – время ожидания после обработки. Общее время: $T(i) = n \Sigma T(i) = 4 \cdot 180 = 720$ ед. Среднее время $T(i) = n \Sigma T(i)/n = 180$ ед.

Особенность такой организации ГПС требует придания каждому модулю дополнительного устройства, которое должно обеспечивать перегрузку деталей из контейнера на станок и после обработки со станка в контейнер.

Конструктивно это может быть робот-перегрузчик, отдельно стоящий, или поворотный стол станка с приспособлением для выполнения операции

перегрузки деталей. Примерная схема такой ГПС представлена на рис. 7.

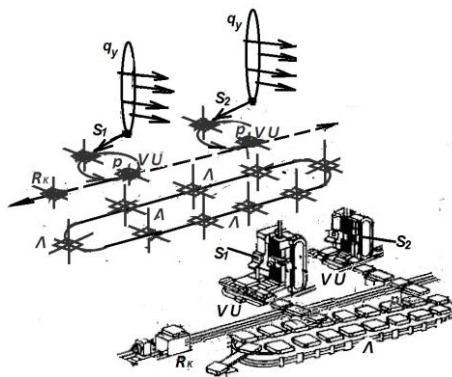


Рисунок 7 – Схема ГПС с общим магазином (A), робот-каром (R_k) для транспортировки контейнера, перегружателями (p) деталей.

Из рассмотренного сделаем вывод:

1 - Построение очереди при запуске серии деталей на обработку (обслуживание) в дискретном регулярном потоке следует планировать от простого ТО к сложному.

2 - Положение деталей в очереди значения не имеет при использовании контейнера (тары) в качестве устройства транспортирования деталей.

Использование общих принципов групповой обработки в ГПС приводит к появлению определенной структурной избыточности, как в технологических средствах, так и в элементах автоматизации. ГПС, которые созданы к настоящему времени в разных странах, весьма разнообразны, как по своей масштабности, так и уровню автоматизации. При проектировании ГПС возникают определенные трудности в представлении взаимодействия станков, роботов, транспортной и складской систем. Разрешение этих сложностей позволяет метод структурного программирования схем[1,2].

Список использованных источников: 1. Гусарев В.С. Автоматизация производственных процессов в машиностроении /метод указания. Одесса. ОНПУ. 1999. – 35 с. 2. Гусарев В.С. Структуры гибких производственных систем. / Інформаційні технології в освіті, науці та виробництві.// 36. Наукових праць. Одеса, ОНПУ, Наука і техніка, 2015. - Вип. 3(8). - с.143-150. 3. Гусарев В.С. Модели процессов, алгоритмы, структуры технологических машин. - Одесса. «Печатный дом». – 2018. – 227 с.

Bibliography (transliterated): 1. Gusarev V.S. Avtomatizacija proizvodstvennyh processov v mashinostroenii /metod ukazaniya. Odessa. ONPU. 1999. – 35 s. 2. Gusarev V.S. Struktury gibkikh proizvodstvennyh sistem. / Inforacijni tehnologii v osviti, nauci ta virobnictvi.// Zb. Naukovih prac'. Odesa, ONPU, Nauka i tehnika, 2015. - Vip. 3(8). - s. 143-150. 3. Gusarev V.S. Modeli processov, algoritmy, struktury tehnologicheskikh mashin. - Odessa. «Pечатный дом». – 2018. – 227 s.

Поступила в редколлегию 25.06.2018